

(19) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 44 33 946 A 1

(51) Int. Cl.⁶:
C 23 C 22/12
C 23 C 22/18
C 23 C 22/22
C 23 C 22/17
C 23 C 22/73
C 23 C 22/82

(21) Aktenzeichen: P 44 33 946.1
(22) Anmeldetag: 23. 9. 94
(43) Offenlegungstag: 28. 3. 96

(71) Anmelder:
Henkel KGaA, 40589 Düsseldorf, DE

(72) Erfinder:
Seidel, Reinhard, Dr., 40789 Monheim, DE; Mayer, Bernd, Dr., 40597 Düsseldorf, DE; Joppen, Melanie, 41372 Niederkrächten, DE; Krause, Melita, 40591 Düsseldorf, DE; Riesop, Jörg, 50171 Kerpen, DE

DE 44 33 946 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 96 602 013/253

15/33

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Phosphatierlösung und ein Verfahren zur Phosphatierung von Oberflächen aus Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen. Besonders geeignet ist es für die Phosphatierung von elektrolytisch verzinktem oder schmelztauchverzinktem Stahl. Die Phosphatierlösungen werden dabei im Sinne eines sogenannten "no-rinse-Verfahrens" nach der vorgesehenen Einwirkungsdauer auf die Oberflächen nicht mit Wasser abgespült sondern unmittelbar eingetrocknet. Daher ist das Verfahren insbesondere zur Anwendung in kontinuierlich laufenden Bandbehandlungsanlagen geeignet.

Die Phosphatierung von Metallen verfolgt das Ziel, auf der Metallocberfläche festverwachsene Metallphosphatschichten zu erzeugen, die für sich bereits die Korrosionsbeständigkeit verbessern und in Verbindung mit Lacken und anderen organischen Beschichtungen zu einer wesentlichen Erhöhung der Lackhaftung und der Resistenz gegen Unterwanderung bei Korrosionsbeanspruchung beitragen. Solche Phosphatierverfahren sind seit langem bekannt. Für eine Vorbehandlung vor der Lackierung, insbesondere vor einer elektrolytischen Tauchlackierung, wie sie im Kraftfahrzeugbau üblich ist, wurden in letzter Zeit insbesondere Niedrigzinkphosphatierverfahren bevorzugt, bei denen die Phosphatierlösungen vergleichsweise geringe Gehalte an Zinkionen von z. B. 0,5 bis 2 g/l aufweisen.

Im Automobil- und insbesondere im Haushaltsgerätebau, aber auch für Architekturanwendungen, zeigt sich eine Tendenz zum Einsatz von im Stahlwerk vorphosphatierten verzinkten Stahlbändern, um die günstigeren Umformeigenschaften der mit einer Phosphatschicht versehenen Bleche zu nutzen und um chemische Behandlungsschritte vor der Lackierung einzusparen. Daher gewinnen Phosphatierverfahren an Bedeutung, die unter den Bedingungen der kurzen Phosphatierzeiten der Bandanlage von wenigen Sekunden zu qualitativ hochwertigen Phosphatschichten führen. Die Behandlung erfolgt üblicherweise im Spritzen, im Tauchen oder in kombinierten Verfahren, wobei die Phosphatierlösung nach der erwünschten Einwirkungszeit von der Metallocberfläche mit Wasser abgespült wird. Ein solches Verfahren ist beispielsweise in der DE-A-42 41 134 beschrieben, wonach Phosphatierlösungen zum Einsatz kommen, die 1,0 bis 6,0 g/l Zink und 8 bis 25 g/l Phosphat enthalten. Weitere fakultative Bestandteile sind Nickel, Kobalt, Mangan, Magnesium und Calcium in Mengen von jeweils 0,5 bis 5,0 g/l, Eisen(II) in Mengen bis 2 g/l und Kupfer in Mengen von 3 bis 50 mg/l.

Das bisher erforderliche Abspülen der Phosphatierlösung mit Wasser führt einerseits zu einem hohen Frischwasserverbrauch in der Phosphatieranlage und hat andererseits den Anfall von mit Schwermetallen verunreinigtem Abwasser zur Folge, das zur Wiederverwendung oder zum Ablassen in den Kanal aufbereitet werden muß. Das Konzept einer Phosphatierung ohne Nachspülung wurde bereits in der Literatur diskutiert (G. Carreras-Candi: "Caracteristiques de la Phosphatation sans Rincage"..., Surfaces 106 (1976), Heft 15, S. 25–28), ohne daß konkrete Angaben über die Durchführung des Verfahrens und dafür geeignete Behandlungsbäder gemacht wurden.

Die DE-C-27 39 066 beschreibt ein Phosphatierverfahren, bei dem auf die unter Umwelt- und Kostenaspekten unerwünschte Wasserspülung verzichtet werden kann. Bei diesem Verfahren werden die Oberflächen während einer Dauer von 1 bis 5 Sekunden mit einer Phosphatierungslösung einer Temperatur von 50 bis 75°C in Berührung gebracht, die 0,1 bis 5 g/l Zink, 1 bis 10 Gew.-Teile Nickel und/oder Kobalt pro Gew.-Teil Zink, 5 bis 50 g/l Phosphat und als Beschleuniger 0,5 bis 5 g/l Wasserstoffperoxid enthält. Danach wird ohne Zwischenspülung unmittelbar getrocknet. Dabei wird von einer Verwendung von Phosphatierlösungen mit einem Zinkgehalt über 5 g/l abgeraten, da sonst die Lackfilmhaftung verschlechtert wird.

Die EP-B-141 341 beschreibt ebenfalls ein Phosphatierverfahren, bei dem auf eine Nachspülung mit Wasser verzichtet wird. Dieses Verfahren wurde insbesondere für ortsfeste Konstruktionen wie Brücken oder ähnliches entwickelt. Behandelt wird demnach mit einer Lösung, die 1 bis 5 Gew.-% Zink, 1 bis 20 Gew.-% Phosphorsäure, 0,01 bis 0,5 Gew.-% Kobalt und/oder Nickel und 0,02 bis 1,5 Gew.-% eines Beschleunigers enthält. Nach dem Auftrag der Phosphatierlösung, der beispielsweise durch Wischen, Bürsten, Aufstreichen, Aufrollen oder Aufsprühen erfolgen kann, läßt man die Lösung für eine nicht näher bestimmte Zeit einwirken, wobei die Lösung ausreagiert oder auch nur teilweise reagiert. In beiden Fällen kann im Anschluß an die Einwirkung gespült werden.

Im Vergleich zu üblichen Phosphatierverfahren, die als Vorbehandlung vor einer Lackierung eingesetzt werden, weist die vorstehend beschriebene Phosphatierlösung hohe Gehalte an Zink und Phosphat auf. Phosphatierlösungen in ähnlichen Konzentrationsbereichen sind auch bekannt zum Abscheiden von Phosphatschichten auf Metallteilen, die einer kalten mechanischen Formgebung, beispielsweise durch Ziehen oder Pressen, unterworfen werden sollen. Die sich hierbei abscheidenden relativ dicken Phosphatschichten, die man zur Erhöhung ihrer Wirkung noch mit Öl tränken kann, wirken dabei als Schmiermittel und verringern die Reibung zwischen Werkzeug und Werkstück. Als Vorbehandlung vor einer Lackierung sind sie üblicherweise nicht geeignet, da auf den dicken Phosphatschichten die Lackhaftung bei mechanischer Beanspruchung nur schlecht ist. Eine solche Phosphatierlösung, die zur Ausbildung von Phosphatschichten auf Stahlband oder -draht als Gleitmittel vor dem Kaltziehen oder anderen Verformungen eingesetzt werden kann, ist beispielsweise in der DE-B-25 52 122 beschrieben. Demnach werden Lösungen eingesetzt, die Zink in einer Menge von 5 bis 100 g/l und Phosphat in einer Menge von 10 bis 150 g/l sowie als Beschleuniger wirkendes Nitrat in einer Menge von 10 bis 80 g/l enthalten. Die Phosphatierlösung wird mit der Oberfläche für eine Zeitspanne von 5 bis 15 Sekunden in Kontakt gebracht und anschließend mit Wasser abgespült.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, Phosphatierverfahren und Phosphatierlösungen zur Verfügung zu stellen, die zum Einsatz in kontinuierlich laufenden Bandanlagen vorgesehen sind und bei denen auf ein Abspülen der behandelten Oberflächen mit Wasser verzichtet werden kann.

In einem ersten Aspekt betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Phosphatierung von Oberflächen aus Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen durch Behandlung mit sauren, zink- und phosphathaltigen

Lösungen und Eintrocknen der Lösungen ohne Zwischenpülung, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen mit einer Phosphatierlösung in Kontakt gebracht werden, die
2 bis 25 g/l Zinkionen und
50 bis 300 g/l Phosphationen
enthält und einen pH-Wert im Bereich von 1 bis 4 aufweist.

Zinkkonzentrationen zwischen 5 und 25 g/l sind wegen einer erhöhten Verfahrenssicherheit vorzuziehen. Bei nicht zu hohen Anforderungen an die Korrosionsschutzwirkung, beispielsweise für die Verwendung im Haushaltsgerätebereich, ist es ausreichend, als einziges schichtbildendes Kation Zink einzusetzen. Für einen verbesserten Korrosionsschutz, wie er beispielsweise für die Anwendung im Fahrzeugbau erforderlich ist, ist es bevorzugt, ein Phosphatierverfahren einzusetzen, bei dem die Phosphatierlösung zusätzlich 2 bis 25 g/l Manganionen, vorzugsweise 5 bis 25 g/l, enthält. Zusätzlich oder statt dessen kann die Phosphatierlösung zur Optimierung der Eigenschaften der Phosphatschicht für den beabsichtigten Verwendungszweck des vorbehandelten Materials weitere Komponenten enthalten. Beispielsweise kann die Phosphatierlösung weiterhin eines oder mehrere zweiwertige Metallionen in Mengen von jeweils 0,1 bis 15 g/l enthalten, wobei diese zusätzlichen Metallionen vorzugsweise aus Nickel, Kobalt, Calcium und Magnesium. Weiterhin kann die Phosphatierlösung Eisen in Mengen von 0,01 bis 5 g/l und/oder 3 bis 200 mg/l Kupferionen enthalten. Je nach Substrat können Zusätze von Fluorid in freier oder komplex gebundener Form, beispielsweise als Fluorokomplexe von Bor, Silicium, Titan oder Zirkon, die Schichtausbildung günstig beeinflussen. Dies ist insbesondere bei der Phosphatierung von schmelzauchverzinktem Stahl der Fall. Die wirksamen Fluoridmengen liegen zwischen 0,01 und 5 g/l. Bei pH-Werten oberhalb von 3, wie sie bei der Behandlung von Oberflächen von elektrolytisch verzinktem Stahl vorteilhaft sein können, neigen die Phosphatierlösungen zur Instabilität. Sie lassen sich durch Zusatz von 0,1 bis 100 g/l einer chelatisierenden Hydroxycarbonsäure mit 3 bis 6 C-Atomen stabilisieren. Beispiele solcher Hydroxycarbonsäuren sind Milchsäure und insbesondere Citronensäure und Weinsäure.

Der Gehalt der Phosphatierlösung an freier Säure liegt vorzugsweise im Bereich von 0 bis 100 Punkten. Dabei wird die Punktzahl an freier Säure bestimmt, indem man 10 ml der Phosphatierlösung mit 0,1 n Natronlauge bis zu einem pH-Wert von 3,6 titriert. Der Verbrauch an Natronlauge in ml gibt die Punktzahl freier Säure an. Hat die Phosphatierlösung bereits einen pH-Wert von 3,6, ist die Punktzahl an freier Säure demnach 0. Bei höheren pH-Werten der Phosphatierlösung wird umgekehrt mit 0,1 n Salzsäure titriert, bis ein pH-Wert von 3,6 erreicht ist. Die Punktzahl an freier Säure ist dann negativ und wird dem mit einem negativen Vorzeichen versehenen Verbrauch an Salzsäure in ml gleichgesetzt. Der Gehalt an Gesamtsäure wird bestimmt, indem man 10 ml der Phosphatierlösung mit 0,1 n Natronlauge bis zu einem pH-Wert von 8,5 titriert. Der Verbrauch an 0,1 n Natronlauge in ml gibt die Punktzahl Gesamtsäure an. Für die erfundungsgemäße Phosphatierlösung liegt die Gesamtsäure vorzugsweise im Bereich von 40 bis 400 Punkten. Dabei stellt man das Verhältnis freie Säure zu Gesamtsäure vorzugsweise so ein, daß es im Bereich von 1 : 4 bis 1 : 20 liegt.

Vorzugsweise verwendet man Phosphatierlösungen, die eine Temperatur im Bereich 15 bis 80°C, insbesondere im Bereich 20 bis 40°C aufweisen. Der Aktivsubstanzgehalt der Phosphatierlösungen soll im Bereich von etwa 5,5 bis etwa 35 Gew.-% liegen. Dabei wird der Aktivsubstanzgehalt definiert als Summe der Metallionen, Phosphorsäure und gegebenenfalls weiterer vorstehend genannter Komponenten.

Das Verfahren ist insbesondere konzipiert zur Phosphatierung laufender Metallbänder in Bandbehandlungsanlagen, wie sie beispielsweise in Stahlwerken angetroffen werden. Hierbei bringt man auf die Oberflächen vorzugsweise eine Flüssigfilmauflage von 2 bis 10 ml Phosphatierlösung pro m² Metalloberfläche auf. Der optimale Wert der Flüssigfilmauflage hängt einerseits vom Aktivsubstanzgehalt der Phosphatierlösung und andererseits von der anlagenspezifischen Einwirkungszeit der Phosphatierlösung ab. Bei den derzeit üblichen Bandgeschwindigkeiten der Größenordnung 10 bis 300 m/Minute werden mit Flüssigfilmauflagen von etwa 6 ml/m² Schichtgewichte der Phosphatschichten im Bereich von etwa 0,3 bis etwa 3 g/m² erhalten, wie sie als Grundlage für eine nachfolgende Lackierung erwünscht sind. Allgemein sind die Konzentrationen der Phosphatierlösung umso höher zu wählen, je geringer die Flüssigfilmauflage ist.

Die Applikation der Phosphatierlösung auf die Oberfläche und die Einstellung der erwünschten Flüssigfilmauflage kann dabei nach unterschiedlichen Verfahren erfolgen. Beispielsweise ist es möglich, die Phosphatierlösung auf die Oberfläche derart aufzudüsen, daß sich die erwünschte Flüssigfilmauflage einstellt. Eine höhere Verfahrenssicherheit wird jedoch erreicht, wenn man nach dem Aufdüsen der Phosphatierlösung die Flüssigfilmauflage gezielt einstellt, beispielsweise durch Abblasen mit Preßluft oder vorzugsweise durch Abquetschwalzen. Anstelle des Aufdüsens kann man die Phosphatierlösung auch durch Auftragswalzen auf die Oberfläche aufbringen, wobei sich die erwünschte Flüssigfilmauflage direkt einstellen läßt. Solche Auftragswalzen sind für die Oberflächenbehandlung von Metallbändern bekannt, beispielsweise unter der Bezeichnung "chem-coater" oder "roll-coater". Weiterhin kann das Verfahren derart ausgeführt werden, daß man die Oberflächen in die Phosphatierlösung eintaucht. Metallbänder können beispielsweise durch die Phosphatierlösung hindurch gefahren werden, wobei man nach dem Verlassen der Phosphatierlösung auf der Oberfläche die erwünschte Flüssigfilmauflage einstellt, was beispielsweise durch Abblasen mit Luft oder vorzugsweise mit Abquetschwalzen erfolgen kann.

Die optimalen Verfahrensparameter hängen von den spezifischen Materialeigenschaften der zu behandelnden Oberflächen ab. Beispielsweise wurde gefunden, daß man bei der Behandlung von Oberflächen von laufenden Bändern aus schmelzauchverzinktem Stahl dann optimale Phosphatierergebnisse erhält, wenn die Phosphatierlösung einen Aktivsubstanzgehalt im Bereich von 5,5 bis 35 Gew.-% aufweist. Der bevorzugte pH-Wert liegt im Bereich 1,0 bis 2,2 und das Gewichtsverhältnis der Summe der zweiwertigen Metallionen zu Phosphat wird vorzugsweise im Bereich 1 : 5 bis 1 : 6 eingestellt.

Bei der Behandlung von schmelzauchverzinktem Stahl wirkt sich die Anwesenheit von freiem oder komplex gebundenem Fluorid in der Phosphatierlösung günstig auf die Schichtausbildung aus. Dabei sind Fluoridkonzentrationen im Bereich von 0,5 bis 1,5 g/l besonders wirkungsvoll. Freies Fluorid wird vorzugsweise in Form von

Flußsäure, komplexe Fluoride werden vorzugsweise als Fluorosäuren von Bor, Silicium, Titan und/oder Zirkon eingesetzt. Die Verwendung von Alkalifluorid oder sauren Alkalifluoriden wie KHF₂ zur Bereitstellung von freiem Fluorid ist ebenfalls möglich.

Bei der Behandlung von Oberflächen von laufenden Bändern aus elektrolytisch verzinktem Stahl erhält man dagegen die besten Ergebnisse, wenn man folgende Bedingungen einstellt: Aktivsubstanzgehalt der Phosphatierlösung im Bereich 5,5 bis 20 Gew.-%, pH-Wert im Bereich 1,5 bis 3,5, Gewichtsverhältnis der Summe der zweiwertigen Metallionen zu Phosphat im Bereich 1 : 5 bis 1 : 6. Phosphatierlösungen mit diesen Badparametern neigen zur Instabilität, insbesondere, wenn der pH-Wert in der oberen Hälfte des genannten Bereichs eingestellt wird. Die Badstabilität läßt sich durch Zugabe von etwa 1 bis 5 Gew.-% einer chelatisierenden Hydroxycarbon-säure mit 3 bis 6 C-Atomen verbessern. Hierfür kommen beispielsweise Milchsäure, und vorzugsweise Citronensäure und/oder Weinsäure in Betracht.

Bei der Behandlung von Oberflächen von laufenden Bändern aus kaltgewalztem, ungalvanisiertem Stahl wählt man vorzugsweise folgende Bedingungen: Aktivsubstanzgehalt der Phosphatierlösung im Bereich von 5,5 bis 25 Gew.-%, pH-Wert im Bereich 2,0 bis 4,0, Gewichtsverhältnis der Summe der zweiwertigen Metallionen zu Phosphat im Bereich 1 : 5 bis 1 : 6. Auch hierbei läßt sich die Badstabilität durch Zugabe von etwa 1 bis 10 Gew.-% einer chelatisierenden Hydroxycarbonsäure mit 3 bis 6 C-Atomen verbessern, beispielsweise durch Milchsäure und vorzugsweise Citronensäure und/oder Weinsäure.

Die Verwendung von sogenannten Beschleunigern, also von Substanzen, die aufgrund ihrer oxidierenden oder reduzierenden Wirkung die Schichtausbildung fördern, ist insbesondere bei der Behandlung von verzinktem Stahl nicht erforderlich. Sie können jedoch Vorteile bringen, wenn die Ausbildung bestimmter Kristallformen erwünscht ist. Als Beschleuniger kommen die im einschlägigen Stand der Technik bekannten Verbindungen in Frage, insbesondere Nitrat, Nitrit, Chlorat, Nitrobenzolsulfonsäure oder Wasserstoffperoxid. Als eher reduzierend wirkender Beschleuniger läßt sich Hydroxylamin einsetzen. Dabei können Wasserstoffperoxid und Hydroxylamin als solche eingesetzt werden, die anderen genannten Beschleuniger als freie Säuren oder in Form von in der Phosphatierlösung löslichen Salzen. Da nach dem Eintrocknen der Phosphatierlösung auf der Oberfläche möglichst wenig und vorzugsweise keine wasserlöslichen Salze zurückbleiben sollen, ist es jedoch empfehlenswert, Alkalimetall- und Ammoniumsalze sowie Sulfate zu vermeiden. Besonders bevorzugt sind Beschleuniger, die keine salzartigen Rückstände auf den behandelten Oberflächen hinterlassen. Daher sind Hydroxylamin und insbesondere Wasserstoffperoxid besonders geeignet. Im Falle der Verwendung von Beschleunigern liegen deren bevorzugte Konzentrationen für Hydroxylamin, Nitrobenzolsulfonsäure und Chlorat im Bereich 2 bis 5 g/l, für Nitrit im Bereich 0,2 bis 1 g/l und für H₂O₂ im Bereich 20 bis 100 ppm.

Der nach der Applikation der Phosphatierlösung auf der Oberfläche verbleibende Flüssigfilm wird erfindungsgemäß nicht abgespült, sondern eingetrocknet. Hierzu erwärmt man die Oberflächen vorzugsweise auf eine Temperatur zwischen 50 und 120°C, insbesondere zwischen 60 und 90°C. Hierfür stehen verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung. Beispielsweise kann das behandelte Stahlband durch einen auf die entsprechende Temperatur eingestellten Trockenofen gefahren werden. Die Trocknung kann aber auch durch Anblasen der Oberflächen mit heißen Gasen, vorzugsweise mit Luft und/oder durch Einwirkung von Infrarotstrahlung erfolgen. Da die saure Phosphatierungslösung so lange mit der Metalloberfläche chemisch reagieren kann, wie sie noch flüssig ist, ist die effektive Einwirkungszeit gegeben durch die Zeit zwischen dem ersten Kontakt der Oberfläche mit der Phosphatierlösung und dem völligen Eintrocknen des Flüssigfilms auf der Oberfläche, also dem Ende der Trocknungsmaßnahme. Vorzugsweise liegt diese Zeitspanne im Bereich zwischen etwa 3 und etwa 60 Sekunden.

Unter den genannten Verfahrensbedingungen werden auf den Oberflächen Phosphatschichten mit einem Schichtgewicht im Bereich von 0,3 bis 3 g/m² erzeugt. Als Grundlage für eine nachfolgende Lackierung sind Schichtgewichte in diesem Bereich besonders erwünscht, da hierdurch die beiden Anforderungen Korrosionsschutz und Lackhaftung in besonderem Maße gleichzeitig erfüllt werden. Je nach Verfahrensführung werden Schichten erhalten, die bei Röntgenbeugungsuntersuchungen keine Reflexe liefern, also als röntgenamorph zu bezeichnen sind, oder solche, bei denen mehr oder weniger ausgeprägte Reflexe von Hopeit beobachtbar sind.

Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorphosphatierten Bleche lassen sich insbesondere bei der Herstellung von Fahrzeugen einsetzen. Hierbei ist es die Regel, daß die Fahrzeugkarosserien nach dem Zusammenbau nochmals phosphatiert und anschließend lackiert werden, wofür derzeit eine kathodische Elektrotauchlackierung üblich ist. In diesen Fällen wird das nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorphosphatierte Material im unlackierten Zustand zum Weiterverarbeiter transportiert. Zur Verbesserung des temporären Korrosionsschutzes während Lagerung und Transport kann das phosphatierte Material zusätzlich eingehölt werden. Hierdurch werden gleichzeitig spätere Umformvorgänge erleichtert. Eine Nachphosphatierung der montierten Karosserien nach einer alkalischen Reinigung ist problemlos möglich.

Der erfindungsgemäßen Phosphatierung kann sich jedoch auch unmittelbar eine Bandbeschichtung mit einem organischen Film oder einem Lack anschließen. Für diesen Prozeß ist die Bezeichnung "coil-coating" geläufig. Auf diese Weise bandbeschichtetes Material wird derzeit bevorzugt beim Bau von Haushaltsgeräten wie beispielsweise Kühlschränken und Waschmaschinen sowie für Architekturanwendungen eingesetzt.

Im Stand der Technik ist es üblich, der Phosphatierung eine sogenannte Aktivierung vorausgehen zu lassen. Diese Aktivierung hat das Ziel, auf der Metalloberfläche Kristallkeime für die Ausbildung der Phosphatschicht entstehen zu lassen. Hierdurch wird die Ausbildung von dichten und kleinkristallinen Phosphatschichten gefördert. In der Praxis werden derzeit für diese Aktivierung ausschließlich wäßrige Lösungen bzw. Suspensionen von Titanphosphaten eingesetzt. Eine solche Aktivierung kann auch dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesetzt werden. Geeignet hierfür sind handelsgängige titanphosphathaltige Aktiviermittel wie beispielsweise Fixidine® 950 der Henkel KGaA. Bei Durchführung einer Aktivierung ist es empfehlenswert, das Band zwischen Aktivierung und Phosphatierung zu trocknen.

In einem zweiten Aspekt betrifft die Erfindung eine zink- und manganhaltige wäßrige saure Phosphatierlösung zur Phosphatierung von Oberflächen aus Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen, dadurch gekennzeichnet, daß sie
 2 bis 25 g/l Zinkionen,
 2 bis 25 g/l Manganionen und
 5 50 bis 300 g/l Phosphationen
 enthält und einen pH-Wert im Bereich von 1 bis 4 aufweist.

Zusätzlich kann die Phosphatierlösung eine oder mehrere der weiter oben bei der Beschreibung des Verfahrens angegebenen Komponenten enthalten. Ebenso gelten für die vorzugsweise einzustellenden Gehalte von Zn, Mn und eventuell anderer Metallionen, an freier Säure und Gesamtsäure sowie für das bevorzugte Verhältnis 10 freie Säure zu Gesamtsäure die vorstehend genannten Bedingungen.

Ausführungsbeispiele

Für die labormäßige Abprüfung des erfindungsgemäßen Phosphatierverfahrens wurden Stahlbleche der Qualität ST 1405, beidseitig elektrolytisch verzinkte Stahlbleche (ZE) mit einer Zinkauflage von jeweils 7,5 µ und beidseitig schmelztauchverzinkte Stahlbleche (Z) mit einer Zinkauflage von etwa 10 µ verwendet. Die Bleche hatten jeweils die Abmessungen 10 cm x 20 cm. Vor der Phosphatierung wurden diese mit einem handelsüblichen mildalkalischen Reiniger (Ridoline® 1250 I, Henkel KGaA, Düsseldorf) entfettet. Die no-rinse-Behandlung wurde dadurch simuliert, daß die Behandlungslösung in einer Lackschleuder (Modell 4302 der Firma Lau GmbH) aufgegossen und bei 550 U/Min. abgeschleudert wurde. Hierdurch ließ sich ein Naßfilm mit einer Auflage von etwa 6 ml/m² erzeugen. Nach dem etwa 5 Sekunden dauernden Aufschleudern der Behandlungslösung wurden die Bleche unmittelbar in einem auf 75°C aufgeheizten Umluft-Trockenschrank für die Dauer von etwa 120 Sekunden getrocknet.

Als Parameter für die erhaltene Phosphatschicht wurde das Schichtgewicht bestimmt. Hierfür wurden 2 unterschiedliche Methoden herangezogen: Bei der Bestimmung des Schichtgewichtes durch Auswiegen wurde das Blech vor der Durchführung der Beschichtung gewogen, danach wurde die Phosphatierlösung aufgebracht und eingetrocknet und das beschichtete Blech wieder gewogen. Aus der Gewichtsdifferenz wurde die Schichtauflage in g/m² errechnet. Bei der Bestimmung des Schichtgewichts durch Ablösen wurden die phosphatierten Bleche gewogen, die Phosphatschicht durch Ablösen mit 0,5 gew.-%iger Chromsäurelösung entfernt und die Bleche wieder gewogen. Aus der Gewichtsdifferenz wurde die Masse der entfernten Schicht g/m² ermittelt. Das durch Ablösen ermittelte Schichtgewicht ist in der Regel höher als das durch Auswiegen bestimmte, da durch die Phosphatierung ein Teil der Metalloberfläche in Metallphosphat umgewandelt wird. Dieser Teil wird bei der Schichtgewichtsbestimmung durch Auswiegen nicht mit erfaßt, beim Ablösen der Schicht jedoch mit entfernt.

Die Tabelle 1 enthält Phosphatierbäder für elektrolytisch verzinkten Stahl und die erhaltenen Schichtauflagen, Tabelle 2 entsprechende Beispiele für die Behandlung von schmelztauchverzinktem Stahl. Für die Behandlung dieser Substrate sind jeweils solche Phosphatierlösungen geeignet, die zu Schichtgewichten im Bereich von 1 bis 3 g/m² führen. In die beispielhaften Behandlungsbäder wurden Zink als Oxid, Mangan und Nickel als Carbonat und Fluorid als Natriumfluorid eingesetzt. Die Bäder enthielten außer Wasser keine weiteren Komponenten.

Für Beispiel 20 wurde die Schichtzusammensetzung mittels EDX (Röntgenemission) bestimmt (in Gew.-%): 40 Zn 7,5, Mn 2,2, P 7,5, Al 0,3, Rest: Kann als Sauerstoff aufgenommen werden.

Eine Auswahl erfindungsgemäß behandelter Z-Bleche wurde, wie beim praktischen Einsatz vorgesehen, einer im Karosseriebau üblichen Nachphosphatierung mit einem handelsgängigen Trikation-Phosphatierverfahren (Granodine® 1994, Henkel KGaA, Düsseldorf) unterzogen und mit einem kathodischen Elektrotauchlack (Aqualux® K, Firma IDAC) lackiert. Nach einem Korrosionstest (10 Zyklen Wechselklima gemäß VDA 621 415) wurde 45 die Lackunterwanderung an einem Einschnitt gemäß DIN 53167 gemessen. Ergebnisse:

Beisp. 19 1,9 mm
 Beisp. 20 2,2 mm
 Beisp. 22 2,4 mm
 Beisp. 24 2,3 mm.

50

55

60

65

Tabelle 1

No-rinse Phosphatierung von elektrolytisch verzinktem Stahl

	Bsp.	Badzusammen- setzung Nr.	Aktiv- substanz [g/l]	pH [Gew.-%]	Freie Säure [Punkte]	Gesamt- säure [Punkte]	Schicht- gew. ¹⁾ [g/m ²]
5	1	210 H ₃ PO ₄ -85%ig					
10		15 Zn		21,4	1,5	65	303
15		20 Mn					1,57 (W)
20	2	105 H ₃ PO ₄ -85%ig					
25		7,5 Zn		10,7	2,5		0,40 (W)
30		10,0 Mn					
35	3	210 H ₃ PO ₄ -85%ig					
40		15 Zn		21,4	2,4	31	281
45		10 Mn					1,75 (W)
50	4	140 H ₃ PO ₄ -85%ig					
55		10,0 Zn		14,2	2,5		0,90 (W)
60		13,3 Mn					1,62 (A)
65	5	175 H ₃ PO ₄ -85%ig					
70		12,5 Zn		17,8	2,5	29	228
75		16,6 Mn					1,34 (W)
80	6	140 H ₃ PO ₄ -85%ig					
85		10,0 Zn		14,2	2,2		0,76 (W)
90		-13,3 Mn					1,47 (A)

Bsp.	Badzusammen-	Aktiv-	pH	Freie	Gesamt-	Schicht-	
Nr.	setzung	substanz		Säure	säure	gew. 1)	
	[g/l]	[Gew.-%]		[Punkte]	[Punkte]	[g/m ²]	5
7	140 H ₃ PO ₄ -85%ig						
	10,0 Zn	14,2	2,1			0,81 (W)	10
	13,3 Mn					1,35 (A)	
8	110 H ₃ PO ₄ -85%ig						15
	7,5 Zn	11,4	2,5	27	190	1,24 (A)	
	10,0 Mn						20
	2,5 Ni						
9	110 H ₃ PO ₄ -85%ig						25
	7,5 Zn						
	10,0 Mn	12,4	3,0			1,73 (A)	30
	2,5 Ni						
	10,0 Weinsäure						
10	110 H ₃ PO ₄ -85%ig						35
	7,5 Zn						
	10,0 Mn	13,4	3,5			2,05 (A)	40
	2,5 Ni						
	20,0 Weinsäure						45
							50
							55
							60
							65

Bsp.	Badzusammen-	Aktiv-	pH	Freie	Gesamt-	Schicht-
Nr.	setzung	substanz		Säure	säure	gew. ¹⁾
	[g/l]	[Gew.-%]		[Punkte]	[Punkte]	[g/m ²]
11	100 H ₃ PO ₄ -85%ig					
10	6 Zn					
	8 Mn	11,0	3,0			
15	1 Fluorid					
	10 Weinsäure					
20	12 110 H ₃ PO ₄ -85%ig					
	6 Zn	11,4	3,2			1,44 (A)
25	8 Mn					
	15 Weinsäure					
30	13 210 H ₃ PO ₄ -85%ig					
	15 Zn	21,4	2,2			1,8 (A)
35	20 Mn					
40	14*) 210 H ₃ PO ₄ -85%ig					
	15 Zn	21,4	2,2			1,8 (A)
	20 Mn					
45	1) W: bestimmt durch Auswiegen					
	A: bestimmt durch Ablösen					
50	*) Bei Beispiel 14 wurde das Blech vor der Phosphatierung für 5 Sekunden durch Eintauchen in ein Aktivierbad auf Basis Titanphosphat (Fixodine ^R 950, Henkel KGaA, Ansatz 0,3 % in vollentsalztem Wasser) aktiviert und für 2 Minuten bei 75 °C getrocknet.					
55						
60						

Tabelle 2

No-rinse Phosphatierung von schmelztauchverzinktem Stahl

Bsp. Nr.	Badzusammen- setzung [g/l]	Aktiv- substanz [Gew.-%]	pH	Freie Säure [Punkte]	Gesamt- säure [Punkte]	Schicht- gew. ¹⁾ [g/m ²]	
15	280 H₃PO₄-85%ig						15
	20 Zn	27,8	1,3	81	365	0,73 (W)	
	20 Mn						20
16	560 H₃PO₄-85%ig						25
	40 Zn	55,6	0,6			7,15 (W)	
	40 Mn						
17	328 H₃PO₄-85%ig						30
	24,0 Zn	32,6	1,1			2,72 (W)	
	23,4 Mn						35
18	305 H₃PO₄-85%ig						40
	22,0 Zn	30,3	1,2			2,57 (W)	
	21,7 Mn						
19	210 H₃PO₄-85%ig						45
	15,3 Zn	20,9	1,4	73	294	1,50 (W)	
	15,0 Mn						50
							55
							60
							65

	Bsp. Nr.	Badzusammen- setzung [g/l]	Aktiv- substanz [Gew.-%]	pH	Freie Säure [Punkte]	Gesamt- säure [Punkte]	Schicht- gew. ¹⁾ [g/m ²]
5	20	210 H ₃ PO ₄ -85%ig					
10		15 Zn	22,0	1,5	65	303	1,8 (W)
		20 Mn					
15	21	301 H ₃ PO ₄ -85%ig					
20		15 Zn	28,7	1,0			2,63 (W)
		15 Mn					
		1 Fluorid					
25	22	221 H ₃ PO ₄ -85%ig					
30		15 Zn	22,3	1,5	67	321	1,55 (W)
		15 Mn					
		5 Ni					
35	23	268 H ₃ PO ₄ -85%ig					
40		12 Zn	25,2	1,0			2,10 (W)
		12 Mn					
		0,8 Fluorid					
45	24	241 H ₃ PO ₄ -85%ig					
50		10,8 Zn	22,7	1,1			1,46 (W)
		10,8 Mn					
		0,7 Fluorid					
55	25	240 H ₃ PO ₄ -85%ig					
60		20 Zn	23	1,1			1,58 (W)
		1 Fluorid					
65		1) vergl. Tabelle 1					

Tabelle 3

No-rinse Phosphatierung von kaltgewalztem Stahl (ST14O5)

Bsp.	Badzusammen-	Aktiv-	pH	Schicht-	
Nr.	setzung [g/l]	substanz [Gew.-%]		gew.1) [g/m ²]	
26	80 H ₃ PO ₄ -85%ig	12,4	3,0	1,4 (A)	5
	8 Zn				10
	8 Mn				15
	40 Citronensäure				20
27	74 H ₃ PO ₄ -85%ig	13	3,5	2,1 (A)	25
	7,4 Zn				
	7,4 Mn				
	52 Citronensäure				30
28	65 H ₃ PO ₄ -85%ig	17,5	4,0	1,5 (W)	35
	10 Zn				
	5 Mn				
	5 Fe(II)				
	100 Citronensäure				40
29	100 H ₃ PO ₄ -85%ig	15,8	3,0	2,3 (A)	45
	10 Zn				
	10 Mn				
	50 Citronensäure				50
	3 Hydroxylamin				
30	70 H ₃ PO ₄ -85%ig	10,5	3,5	1,8 (A)	55
	7 Zn				
	7 Mn				
	28 Citronensäure				60
	3 Hydroxylamin				

1) vergl. Tabelle 1

Patentansprüche

1. Verfahren zur Phosphatierung von Oberflächen aus Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen durch Behandlung mit sauren, zink- und phosphathaltigen Lösungen und Eintrocknen der Lösungen ohne Zwischenspülung, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen mit einer Phosphatierlösung in Kontakt gebracht werden, die
 - 2 bis 25 g/l Zinkionen und
 - 50 bis 300 g/l Phosphationen
 enthält und einen pH-Wert im Bereich von 1 bis 4 aufweist.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen mit einer Phosphatierlösung in Kontakt gebracht werden, die zusätzlich
 - 2 bis 25 g/l Manganionen enthält.
3. Verfahren nach einem oder beiden der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung zusätzlich einen oder mehrere der folgenden Bestandteile enthält:
 - eines oder mehrere zusätzliche zweiwertige Metallionen, vorzugsweise ausgewählt aus Ni, Co, Ca, Mg in Mengen von jeweils 0,1 bis 15 g/l, insbesondere Ni,
 - Kupfer in Mengen von 3 bis 200 mg/l
 - Eisen in Mengen von 0,01 bis 5 g/l,
 - 0,01 bis 5 g/l Fluorid in freier oder komplex gebundener Form,
 - 0,1 bis 100 g/l chelatisierende Hydroxycarbonsäuren mit 3 bis 6 C-Atomen, vorzugsweise Weinsäure und/oder Citronensäure.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung
 - einen Gehalt an Freier Säure im Bereich von 0 bis 100 Punkten,
 - einen Gehalt an Gesamtsäure im Bereich von 40 bis 400 Punkten
 - und vorzugsweise ein Verhältnis Freie Säure : Gesamtsäure im Bereich von 1 : 4 bis 1 : 20 aufweist.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung eine Temperatur im Bereich 15 bis 80°C, vorzugsweise im Bereich 20 bis 40°C aufweist.
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung einen Aktivsubstanzgehalt, definiert als Summe der Metallionen, Phosphorsäure und gegebenenfalls weiterer Komponenten nach Anspruch 2, im Bereich von 5,5 bis 35 Gew.-% aufweist.
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6 zur Behandlung von Oberflächen laufender Metallbänder.
8. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung auf die Oberfläche aufgedüst und auf eine Flüssigfilmauflage von 2 bis 10 ml/m² eingestellt wird, vorzugsweise mittels Abquetschwalzen.
9. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung durch Auftragswalzen auf die Oberfläche mit einer Flüssigfilmauflage von 2 bis 10 ml/m² aufgetragen wird.
10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Oberflächen in die Phosphatierlösung eingetaucht werden und daß nach Verlassen der Phosphatierlösung auf der Oberfläche eine Flüssigfilmauflage von 2 bis 10 ml/m² eingestellt wird, vorzugsweise mittels Abquetschwalzen.
11. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 zur Behandlung von Oberflächen von laufenden Bändern aus schmelztauchverzinktem Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung einen Aktivsubstanzgehalt im Bereich 5,5 bis 35 Gew.-%, einen pH-Wert im Bereich 1,0 bis 2,2 und/oder ein Gewichtsverhältnis (Summe zweiwertige Metallionen) Phosphat im Bereich 1 : 5 bis 1 : 6 aufweist.
12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 zur Behandlung von Oberflächen von laufenden Bändern aus elektrolytisch verzinktem Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung einen Aktivsubstanzgehalt im Bereich 5,5 bis 20 Gew.-%, einen pH-Wert im Bereich 1,5 bis 3,5 und/oder ein Gewichtsverhältnis (Summe zweiwertige Metallionen) : Phosphat im Bereich 1 : 5 bis 1 : 6 aufweist und vorzugsweise 1 bis 5 Gew.-% einer chelatisierenden Hydroxycarbonsäure mit 3 bis 6 C-Atomen enthält, vorzugsweise Citronensäure und/oder Weinsäure.
13. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10 zur Behandlung von Oberflächen aus kaltgewalztem, ungalvanisiertem Stahl, dadurch gekennzeichnet, daß die Phosphatierlösung einen Aktivsubstanzgehalt im Bereich 5,5 bis 25 Gew.-%, einen pH-Wert im Bereich 2,0 bis 4,0 und/oder ein Gewichtsverhältnis (Summe zweiwertige Metallionen) : Phosphat im Bereich 1 : 2,5 bis 1 : 6 aufweist und vorzugsweise 1 bis 10 Gew.-% einer chelatisierenden Hydroxycarbonsäure mit 3 bis 6 C-Atomen, vorzugsweise Citronensäure und/oder Weinsäure enthält.
14. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknung bei einer Temperatur zwischen 50 und 120°C, vorzugsweise zwischen 60 und 90°C und vorzugsweise in einem Trockenofen, durch Anblasen mit heißen Gasen, vorzugsweise mit Luft, und/oder durch Einwirkung von Infrarotstrahlung erfolgt, wobei die Zeit zwischen dem erstem Kontakt der Oberfläche mit der Phosphatierlösung und dem Ende der Trocknungsmaßnahme vorzugsweise 3 bis 60 Sekunden beträgt.
15. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 14 zur Vorbehandlung von Oberflächen aus

Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen zur Erzeugung kristalliner oder röntgenamorpher, zinkhaltiger Phosphatschichten mit einem Schichtgewicht im Bereich von 0,3 bis 3 g/m².

16. Zink- und manganhaltige wäßrige saure Phosphatierlösung zur Phosphatierung von Oberflächen aus Stahl, Zink, Aluminium oder jeweils deren Legierungen, dadurch gekennzeichnet, daß sie 5
2 bis 25 g/l Zinkionen,

2 bis 25 g/l Manganionen und

50 bis 300 g/l Phosphationen

enthält und einen pH-Wert im Bereich von 1 bis 4 aufweist.

17. Phosphatierlösung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß sie zusätzlich einen oder mehrere 10
der folgenden Bestandteile enthält:

eines oder mehrere zusätzliche zweiwertige Metallionen, vorzugsweise ausgewählt aus

Ni, Co, Ca, Mg, in Mengen von jeweils 0,1 bis 15 g/l, insbesondere Ni,

Eisen in Mengen von 0,01 bis 5 g/l,

Kupfer in Mengen von 3 bis 200 mg/l,

0,01 bis 5 g/l Fluorid in freier oder komplex gebundener Form,

0,1 bis 100 g/l chelatisierende Hydroxycarbonsäuren mit 3 bis 6 C-Atomen, vorzugsweise Weinsäure und/ 15
oder Citronensäure.

18. Phosphatierlösung nach einem oder beiden der Ansprüche 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß sie

einen Gehalt an Freier Säure im Bereich von 0 bis 100 Punkten,

einen Gehalt an Gesamtsäure im Bereich von 40 bis 400 Punkten 20
und vorzugsweise ein Verhältnis Freie Säure : Gesamtsäure im Bereich von 1 : 4 bis 1 : 20 aufweist.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -